

EVALUACIÓN ECONÓMICA EN EL USO DEL PEALPE PARA LA
INSTALACIÓN DE REDES DE GAS NATURAL DOMICILIARIO EN
VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN CONSTRUCCIÓN

PAOLA ANDREA CORREA CERÓN
NÉSTOR ALEJANDRO CASTRO MARÍN

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de
Especialista en Gerencia de Construcciones

Asesor Metodológico:
GLORIA ISABEL CARVAJAL PELÁEZ

Asesor Temático:
JORGE ALIRIO GARCIA LLANO

UNIVERSIDAD DE MEDELLÍN
FACULTAD DE INGENIERIAS
ESPECIALIZACION EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES
MEDELLÍN
2011

CONTENIDO

RESUMEN.....	1
GLOSARIO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	11
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	13
2. JUSTIFICACIÓN.....	14
3. OBJETIVOS.....	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
4. METODOLOGIA	16
4.1 TIPO DE ESTUDIO.....	16
4.2 ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LOS OBJETIVOS	16
5. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	18
5.1 FUENTES PRIMARIAS	18
5.2 FUENTES SECUNDARIAS	18
6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS.....	19
7. MARCO TEORICO	20
7.1 COMPÓSICIÓN DEL GAS NATUTAL.....	20
7.2 MATERIALES UTILIZADOS	20
7.3 EL PEALPE	21
8. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	24
8.1 ELECCIÓN DE LA EDIFICACIÓN A ESTUDIAR	24
8.2 DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN	28
8.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	39
8.4 COSTOS ADICIONALES POR FALLAS EN LAS INSTALACION.....	51
CONCLUSIONES.....	54
BIBLIOGRAFIAS	55

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Conjunto Residencial Parques de la Gloria (Vista panorámica)

Figura 2. Conjunto Residencial Parques de la Gloria (Vista torre 10)

Figura 3. Emblema promocional del proyecto.

Figura 4. Planta general Conjunto Residencial Parques de la Gloria

Figura 5. Diagrama isométrico de una red tipo

Figura 6. Salida de calentador en Red Interna en PealPe

Figura 7. Salida de cocción en Red Interna en PealPe

Figura 8. Acabados cocina con Red Interna en Acero

Figura 9. Salidas de cocción y calentamiento en Red Interna en PealPe

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 503 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 2. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 103 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 3. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 703 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 4. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 204 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 5. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 703 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 6. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 503 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 7. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 103 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 8. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 204 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

Tabla 9. Cuadro resumen de los tiempos obtenidos en campo.

Tabla 10. Resumen de precios de los materiales utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en acero

Tabla 11. Resumen de precios de alquiler de los equipos utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en acero.

Tabla 12. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en instalación de redes de gas natural.

Tabla 13. Cálculo del valor de la mano de obra para un ayudante de obra.

Tabla 14. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en supervisión de redes de gas natural domiciliario.

Tabla 15. Cálculo del precio por metro lineal de una red construida en acero.

Tabla 16. Resumen de precios de los materiales utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en PealPe.

Tabla 17. Resumen de precios de alquiler de los equipos utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en PealPe.

Tabla 18. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en instalación de redes de gas natural.

Tabla 19. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en supervisión de redes de gas natural domiciliario.

Tabla 20. Cálculo del precio por metro lineal de una red construida en PealPe.

Tabla 21. Cálculo del valor de la reparación.

Tabla 22. Valores totales con reparación.

Tabla 23. Cuadro comparativo de datos obtenidos en el estudio.

RESUMEN

El presente documento plantea la viabilidad económica de utilizar el PEALPE en la instalación de redes internas de gas natural, en una edificación en proceso de construcción. Mediante la obtención en campo de dos de los factores más importantes en la toma de decisiones gerenciales en la construcción, como lo son los rendimientos y el precio final de la obra.

Utilizando datos reales de obra y precios actuales se logra obtener información que permite evaluar la utilización de este nuevo material en un proyecto de gran envergadura ejecutado por una de las constructoras reconocidas del país. Permitiendo comparar un material tradicional como es el acero con un material innovador que se crea a partir de la aleación de dos elementos como el aluminio y el polietileno que cumplen las especificaciones y estándares solicitados por entidades tan prestigiosas como Empresas Públicas de Medellín E.P.M E.S.P.

En este documento también se tienen en cuenta aspectos relevantes como los costos generados por debilidades del material planteado y fallas en la instalación del mismo, lo cual genera un reproceso que finalmente altera el costo final de la obra.

Título del trabajo:

Evaluación Económica en el Uso del PealPe para la Instalación de Redes de Gas Natural Domiciliario en Vivienda Multifamiliar en Construcción.

Autores: Paola Andrea Correa Cerón
Néstor Alejandro Castro Marín

Título otorgado: Especialista en Gerencia de Construcciones

Asesor del trabajo: Ing. Jorge Alirio García Llano

Programa de donde egresa: Ingeniería Civil

Ciudad: Medellín

Año: 2011

GLOSARIO

Gasoducto: Tubería de Acero que va desde el yacimiento hasta las estaciones de regulación o estaciones descompresoras.

Troncal: Tubería de polietileno que transporta el gas natural desde la estación descompresora o de regulación hasta las ciudades. ¹

Anillo: Tubería de polietileno enterrada que transporta el gas natural por las calles y carreras de una ciudad.

Acometida: Tubería de polietileno enterrada que va desde el anillo hasta el centro de medición de cada vivienda.

Red interna: La tubería puede instalarse en Acero, Cobre, PéalPe y va desde el centro de medición hasta cada uno de los gasodomésticos.

Accesorios: Elementos utilizados para empalmar las tuberías para conducción de gas. Forman parte de ellos los usados para hacer cambios de dirección, de nivel, ramificaciones, reducciones o acoples de tramos de tuberías.

Anillo de distribución: Parte de las líneas secundarias conformada por accesorios y tuberías que forman mallas o anillos.

Artefactos de calor bajo: Artefactos de gas tales como cocinas, hornos, calderas, en los cuales las temperaturas de cocción, fusión o calefacción no exceden de 315 °C. Este concepto no se aplica a los productos de la combustión generados por este tipo de artefactos.

Artefactos de gas de calor medio: Artefactos en los cuales las temperaturas de cocción, fusión o calefacción exceden de 315 °C.; este tipo de artefactos normalmente se encuentran destinados para aplicaciones de uso comercial e industrial.

Artefactos de gas del tipo A: Artefactos que de acuerdo con lo determinado por el fabricante, con base en las especificaciones de construcción y funcionamiento no requieren ser acoplados a sistemas de evacuación de los productos de la combustión.

Artefactos de gas del tipo B1: Artefactos dotados de disipadores de tiro revertido o corta-tiros, diseñados para acoplar a sistemas de evacuación que operen por tiro natural bajo presión estática no positiva.

Artefactos de gas del tipo B2: Artefactos diseñados para acoplar a sistemas mecánicos de evacuación que operen por tiro mecánico inducido (bajo presión estática no positiva) o forzado (bajo presión estática positiva).

Artefactos de gas del tipo C: Artefactos con circuitos de combustión sellados al ambiente interior o de cámara hermética, diseñados para ser conectados directamente con la atmósfera exterior mediante sistemas de admisión de aire y tubo de escape de flujo balanceado.

Conector: Elemento de conexión que sirve para acoplar los artefactos a las chimeneas, cuando así se requiera. Los conectores a su vez pueden ser múltiples o individuales.

Chimenea: Elemento vertical que sirve para evacuar hacia la atmósfera exterior los productos de combustión generados por los artefactos de gas. Los productos de la combustión son transportados desde el artefacto a través

de conectores hacia dicha chimenea. Se clasifican en individuales y colectivas.

Chimenea Colectiva: Chimenea que sirve para la evacuación de los productos de la combustión de dos (2) ó más artefactos instalados en una o varias plantas de un mismo edificio.

Chimenea Individual: Chimenea que sirve para la evacuación de los productos de la combustión de un solo artefacto.

Deflector (sombbrero): Dispositivo que se acopla al extremo superior o terminal de una chimenea y que sirve para mantener unas condiciones adecuadas de tiro al sistema de evacuación bajo los efectos del viento, y evitar que entren al sistema de evacuación: Lluvia, granizo o cualquier material extraño.

Gas o Gases Combustibles: Gases de la segunda o tercera familia aptos para uso como combustible en aplicaciones de tipo doméstico, comercial o industrial, suministrado a los usuarios a través de uno o varios sistemas de tuberías.

Gas licuado del petróleo (GLP): Es una mezcla de diferentes hidrocarburos extraídos del procesamiento del gas natural o del petróleo, gaseoso en condiciones atmosféricas, que se licúa fácilmente por enfriamiento o compresión, constituido principalmente por propano y butanos.

Gas natural (GN): Es una mezcla de hidrocarburos livianos que existe en la fase gaseosa en los yacimientos, usualmente consistente en componentes livianos de los hidrocarburos. Se presenta en forma asociada o no asociada al petróleo, principalmente compuesto por metano (CH₄).

Gasodoméstico: Artefacto para uso doméstico únicamente, que funciona con combustible gaseoso.

Instalación para suministro de gas: Conjunto de tuberías, equipos y accesorios requeridos para el suministro del gas a edificaciones; está comprendido entre la salida de la válvula de corte en la acometida y los puntos de salida para conexión de los artefactos a gas o equipos para uso residencial o comercial que funcionan con gas.

Línea de acometida o acometida: Derivación de la línea secundaria que llega hasta la válvula de corte (registro) del inmueble. En edificios de Propiedad Horizontal, la acometida llega hasta la válvula de corte general.

Línea arteria: Conjunto de tuberías en un gasoducto urbano que conducen el gas desde las estaciones reguladoras hasta los anillos.

Línea Individual: Sistema de tuberías internas o externas a la edificación que permiten la conducción de gas hacia los distintos artefactos de consumo de un mismo usuario. Está comprendida entre la salida de los centro de medición(o los reguladores de presión en el caso de instalaciones para suministro de gas sin medidor) y los puntos de salida para la conexión de los artefactos de consumo.

Líneas matrices: Sistema de tuberías exteriores o interiores a la edificación (en este último caso ubicadas en las áreas comunes de la edificación), que forman parte de la instalación para suministro de gas donde resulte imprescindible ingresar a las edificaciones multiusuario con el objeto de acceder los centros de medición. Están comprendidas entre la salida de la válvula de corte en la acometida de la respectiva edificación y los correspondientes medidores individuales de consumo.

En el caso de instalaciones de uso comercial, a criterio de la compañía distribuidora por consideraciones de diseño, la Línea Individual puede ser considerada como Línea Matriz hasta los puntos de conexión de los artefactos.

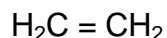
Medidor de volumen: Instrumento de medición que registra el volumen de gas suministrado a un usuario para su consumo interno.

Poder calorífico: Cantidad de calor generada en la completa combustión del gas por unidad de masa o de volumen, a una presión constante de 1013 mbar (14,7psig) con los constituyentes de la mezcla combustible (gas combustible y aire de combustión secos y medidos previamente a las “condiciones estándar de referencia”) y los productos de combustión remitidos a las mismas “condiciones estándar referencia”.

Poder calorífico bruto o superior (PCS): Poder calorífico del gas, bajo el supuesto de que toda el agua de combustión se encuentra condensada (Símbolo Pp).

Poder calorífico neto o inferior (PCI): Poder calorífico del gas, bajo el supuesto de que toda el agua de combustión se encuentra en estado de vapor (Símbolo Ip).

Polietileno: El "polietileno" es una familia de materiales conformados por moléculas de gran tamaño con la presencia de unidades químicas simples y pequeñas que son derivados del etileno:



Etileno o Eteno

Se caracterizan por la presencia repetida del radical Etilo a través de todas las estructuras de sus moléculas, que le dan diferentes propiedades físicas, lo que facilita su aplicación en diferentes procesos industriales.

Presión (unidad de medida): Es la fuerza que se ejerce por unidad de área sobre una superficie. La unidad utilizada para medir la presión es el Pascal (Pa). En la industria del gas, aunque no es unidad del Sistema Internacional, se acepta como unidad de presión el bar. Los valores de presión que aparecen en la presente Guía, se refieren a presiones manométricas.

Máxima presión de operación permisible (MPOP): Máxima presión de operación que efectivamente se presenta en un sistema de tuberías para gas durante un ciclo de un año contado a partir de la fecha de inicio de operación del sistema. No incluye los valores de presión presentada debido a casos excepcionales.

Máxima presión de ensayo permisible: Máxima presión interna del fluido de prueba prescrita por las normas aplicables para los ensayos de presión de un sistema de tuberías, de acuerdo con el tipo de material en que está construido y la clase de localidades que involucra en su trazado.

Presión normal de suministro: Presión de entrega domiciliaria del gas que deben mantener las empresas suministradoras en las conexiones de entrada de las instalaciones individuales de sus respectivos usuarios.

Punto de rocío: El punto de rocío de una mezcla gas-vapor es la temperatura a la cual el vapor se condensa o solidifica cuando se enfría a presión constante.

Red interna: Es el conjunto de redes, tuberías, accesorios y equipos que integran el sistema de suministro de servicio de gas al inmueble a partir del medidor. Para edificios de propiedad horizontal o condominios, es aquel sistema de suministro del servicio al inmueble a partir del registro de corte general cuando lo hubiere.

Regulador de presión: Dispositivo mecánico empleado para disminuir la presión de entrada y regular uniformemente la presión de salida de un sistema.

Suscriptor: Persona natural o jurídica con la cual se ha celebrado un contrato de condiciones uniformes de servicios públicos.

Tiro: Flujo de gases, vapores, humos o aire a través de un sistema de evacuación, causado por una diferencia de presiones.

Tiro Mecánico: Flujo de gases, vapores, humos o aire a través de un sistema de evacuación, desarrollado por un ventilador, extractor, turbina u otro medio mecánico.

Tiro Natural: Flujo de gases, vapores, humos o aire a través de un sistema de evacuación, desarrollado por la diferencia de temperatura entre los productos de la combustión (calientes) y la atmósfera exterior.

Tubería: Es un conducto fabricado de acuerdo con los materiales, normas y especificaciones acogidas por EE.PP.M. E.S.P., utilizado para el transporte de fluidos.

Unión por fusión (electrofusión o termofusión): Unión realizada en tubería plástica por medio del calentamiento de ambas partes para permitir la fusión de los materiales cuando las partes son obligadas a unirse mediante presión entre sí.

Usuario: Persona natural o jurídica que se beneficia con la prestación de un servicio público, bien como propietario del inmueble en donde éste se presta, o como receptor directo del servicio. A este último usuario se le denomina también consumidor.

Válvula: Dispositivo que permite el bloqueo total o parcial del paso de gas o el flujo del mismo en el momento que se requiera.

Válvula de acometida: Ubicada en el centro de medición, fácilmente accesible, que permite la interrupción del flujo a un número igual de instalaciones al que sirve dicho centro. Cuando el suministro de gas se efectúa en una sola etapa de regulación, la válvula de acometida es la misma válvula principal.

Válvula de corte: Es el accesorio que se coloca en el centro de medición, antes del medidor, y que permite el control del suministro del combustible gaseoso a cada instalación individual antes de cada medidor de gas. Para centros de medición con un solo medidor, la válvula de corte es la misma válvula de acometida y válvula principal.

Válvula de paso: Es la válvula que se coloca antes del gasodoméstico para el control del paso del combustible gaseoso.

Válvula principal: Es la válvula que permite una rápida interrupción del servicio de gas a una edificación o a edificios; normalmente está ubicada en el centro de regulación de primera etapa, localizado en el paramento de la edificación.

Fuerza Media: Químico utilizado para adherir o pegar levemente un tramo de tubería de PealPe con un accesorio.

Fuerza Alta: Químico utilizado para adherir o pegar fuertemente un tramo de tubería de Acero con un accesorio.

INTRODUCCIÓN

En el año 1998 Empresas Públicas de Medellín EPM E.S.P inició la gasificación del valle de Aburrá con una meta inicial según el plan de negocios realizado entre 1994 y 1995 de 530.000 usuarios. Desde un comienzo la utilización del gas natural ha presentado grandes limitaciones presentadas por la población, estas se deben a la percepción de que el gas no es un servicio básico como la energía y el agua. Por el contrario las personas consideran que pueden vivir sin gas por lo que se genera una connotación diferente al momento de tomar la decisión de conectarse o no.

Inicialmente el servicio se implementó en el barrio el Poblado y Laureles pero hoy el servicio está distribuido en toda la ciudad, teniendo su mayor aceptación en los estratos 1, 2 y 3 con cerca de 360.000 usuarios conectados.

Desde hace diez años EPM ha diseñado planes de financiación para la instalación de la red de gas natural domiciliario, pero solo hasta hace dos años ha decidido financiar la construcción de redes de gas en PEALPE en edificios o multifamiliares.

El pasado mes de Abril del año 2009 Empresas Públicas de Medellín firmó los contratos con diferentes empresas del ámbito nacional denominado "Soluciones a la Medida", el cual fue diseñado para atender la construcción de redes de gas natural en edificios multifamiliares del valle de Aburrá, permitiendo así utilizar el PEALPE como material opcional en la instalación de estas redes. EPM permite el ingreso del PEALPE al mercado de los multifamiliares después de validarlo y certificarlo como un material de optima calidad utilizado por cerca de 2 años en viviendas unifamiliares en su mayoría en los estratos 1, 2 y 3.

El bajo costo del PEALPE como material en la instalación de redes de gas, ha permitido una disminución importante en el costo global de la construcción de la red, generando una mayor aceptación en la población y permitiendo

tener una mayor cobertura del servicio en ciudades como Medellín, Armenia, Pereira, entre otras.

En el presente proyecto se evaluará económicamente el PealPe como material nuevo en la instalación de redes de gas natural en edificaciones en proceso de construcción, utilizando los precios actuales de los materiales implementados en dicha construcción y los tiempos obtenidos en la instalación de las redes del edificio Parques de la Gloria.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El uso tradicional del acero para la instalación de redes de gas natural en edificaciones en proceso de construcción, está basado en su resistencia y durabilidad, además, la falta de conocimiento técnico de la población y los comentarios desfavorables sobre el gas natural han dificultado la utilización de materiales nuevos como el PEALPE.

En la actualidad cerca de 500.000 usuarios del área metropolitana en los estratos desde 1 hasta el 6 incluyendo vivienda usada unifamiliar y multifamiliar, cuentan con el servicio de gas domiciliario; de los cuales el 50% aproximadamente fue suministrado mediante una red construida en PEALPE. Teniendo en cuenta que el material se encuentra avalado por empresas tan prestigiosas como EPM y que cumple técnicamente para la construcción de redes internas de gas tanto en vivienda usada como en construcción nueva, se plantea en este proyecto de grado la viabilidad económica de implementar el PEALPE en edificaciones en proceso de construcción, teniendo como fundamento preguntas frecuentes en la elección de este material tales como ¿Es realmente económico el PEALPE? ¿Cumple las especificaciones mínimas de la entidad prestadora del servicio? ¿Es más rápida su instalación?

2. JUSTIFICACIÓN

Al utilizar el PEALPE como material para la instalación de redes de gas natural en multifamiliares en proceso de construcción, se genera una disminución en los costos asociados a la instalación de tuberías rígidas, lo cual trasciende en los costos globales de una red. Según información del mercado, en la actualidad el costo por metro lineal del PEALPE equivale a la quinta parte del costo por metro lineal del COBRE y cerca de una tercera parte de costo del ACERO. Por ser un material flexible, el PEALPE puede ser transportado con facilidad por una sola persona en rollos de hasta 200 metros, lo que permite una disminución notable en los costos de transporte de materiales. Además, el fácil reemplazo de tramos defectuosos de PEALPE dado su flexibilidad durante y después de la construcción hace que las reparaciones o cambios repentinos en el trazado generen un menor impacto económico y estético.

Teniendo en cuenta que el PEALPE puede instalarse en tramos continuos de hasta 200 metros, permite que el riesgo de una fuga asociado a la instalación de accesorios disminuya sustancialmente.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Demostrar la viabilidad económica en la utilización del PEALPE como material nuevo en la instalación de redes de gas natural para vivienda multifamiliar en construcción.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 3.2.1** Verificar los tiempos de construcción en cada una de las actividades que se requieren en el proceso de instalación de las redes de gas natural en PEALPE y en ACERO.
- 3.2.2** Determinar el precio por metro lineal de la construcción de redes de gas natural en PEALPE y ACERO en cada uno de los proyectos seleccionados.
- 3.2.3** Mostrar las ventajas de utilizar el PEALPE frente a la utilización del ACERO en la instalación de redes de gas natural domiciliario.

4. METODOLOGÍA

4.1. TIPO DE ESTUDIO

Este proyecto es de tipo descriptivo y con él se obtendrá un cuadro comparativo que permitirá visualizar las alternativas planteadas para la construcción de una red de gas natural domiciliario, con el fin de identificar la opción económica más viable en este tipo de actividad. De acuerdo con la metodología planteada, se usaran formatos para la recolección de datos en campo y elaboración de análisis de precios unitarios.

4.2. ACTIVIDADES PARA DESARROLLAR LOS OBJETIVOS

A continuación se muestran las actividades indispensables para la realización de los objetivos:

4.2.1. Verificar los tiempos de construcción en cada una de las actividades que se requieren en el proceso de instalación de las redes de gas natural en PEALPE y en ACERO.

Actividad N°1: Elegir dos proyectos en proceso de construcción que posean características arquitectónicas y estructurales similares, donde se proyecten las redes de gas con un material tradicional y otro con PEALPE como material a utilizar.

Actividad N°2: Medir en campo los tiempos de construcción en la utilización de cada uno de los materiales.

Actividad N°3: Con los tiempos obtenidos calcular promedios aritméticos que permitan deducir los rendimientos en la construcción de las redes de gas con cada uno de los materiales.

4.2.2. Determinar el precio por metro lineal de la construcción de redes de gas natural en PEALPE y ACERO en cada uno de los proyectos seleccionados.

Actividad N°4: Cotizar precios actuales de los materiales de construcción de redes de gas.

Actividad N°5: Elaborar los Análisis de Precios Unitarios para la utilización de cada uno de los materiales.

4.2.3. Mostrar las ventajas de utilizar el PEALPE frente a la utilización del ACERO en la instalación de redes de gas natural domiciliario.

Actividad N°6: Elaborar cuadro comparativo que permita visualizar cada uno de los resultados obtenidos en la construcción de redes de gas con cada uno de los materiales propuestos.

Actividad N°7: Estimar la diferencia porcentual de los costos por metro lineal en la instalación de redes con PEALPE y ACERO.

5. FUENTES Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

5.1. FUENTES PRIMARIAS.

- Toma de tiempos de construcción a los instaladores asignados por el contratista de la construcción de redes de gas.
- Consulta de precios del mercado de los materiales utilizados para la construcción de las redes de gas.
- Acompañamiento del asesor de Tesis.
JORGE ALIRIO GARCIA LLANO.
- Registro Fotográfico.

5.2. FUENTES SECUNDARIAS.

- Biblioteca Eduardo Fernández Botero, Universidad de Medellín.
- Guía de diseño de redes de gas de EPM E.S.P.

6. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

- **Recursos humanos**

Coordinador temático es el encargado de determinar las pautas y la información necesaria para el proyecto. Este papel es desempeñado por el Ingeniero Civil Jorge Alirio García Llano.

Ejecutantes del proyecto; estudiantes segundo semestre de Especialización en Gerencia de Construcciones.

Técnicos en instalaciones de gas natural domiciliario de la empresa Tecno Kima Ltda. Contratistas de EPM E.S.P, quienes aportaron sus conocimientos para la unificación del listado de actividades que componen la instalación de una red de gas natural domiciliario.

- **Recurso técnico**

Cámara fotográfica

Computador portátil

- **Recurso institucional**

Acompañamiento por la docente Gloria Isabel Carvajal Peláez designada por la Universidad de Medellín.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos livianos en estado gaseoso, que en su mayor parte está constituida por metano y etano y en menor proporción por propano, butanos, pentanos e hidrocarburos más pesados. Generalmente, esta mezcla contiene impurezas tales como vapor de agua, gas carbónico y nitrógeno. Otras veces puede contener impurezas como sulfuro de hidrógeno, mercaptanos y helio.

El gas natural es considerado la Fuente de Energía del Futuro, ya que se considera el recurso energético más limpio y abundante. Por esta razón el gas natural se convierte en un servicio público domiciliario de gran incidencia en el desarrollo de los conglomerados modernos, y también se utiliza como materia prima o como combustible en los sectores industrial, petroquímico, termoeléctrico, comercial y de transporte terrestre.

7.2. MATERIALES UTILIZADOS

Para el transporte de este recurso se han implementando materiales como el Acero, el Cobre, el Polietileno y por último el PealPe. Este último ha revolucionado la manera de construir las redes internas, pues por su bajo costo y práctica instalación permite que personas de bajos recursos reciban fácilmente este servicio público. Cada uno de los materiales nombrados hacen parte de la red de distribución y su utilización varía de acuerdo a sus cualidades y características, por ejemplo el polietileno es utilizado para conducir el gas natural por zonas verdes o bajo tierra; ya que sus propiedades fisicoquímicas así lo permiten. El acero se utiliza tanto para el transporte de gas entre departamentos en grandes diámetros, como para

redes internas en diámetros más pequeños, su uso se hizo viable dada su resistencia bajo condiciones agresivas.

La utilización del Cobre presenta mayor aceptación en estratos altos, pues por la variedad de sus accesorios y suave textura permiten afectar menos la estética de una vivienda usada logrando ceñir los trazados de la red a la configuración arquitectónica de las viviendas.

La red de distribución del gas natural se compone básicamente de las siguientes partes:

Gasoducto: Tubería de Acero que va desde el yacimiento hasta las estaciones de regulación o estaciones descompresoras.

Troncal: Tubería de polietileno que transporta el gas natural desde la estación descompresora o de regulación hasta las ciudades.

Anillo: Tubería de polietileno enterrada que transporta el gas natural por las calles y carreras de una ciudad.

Acometida: Tubería de polietileno enterrada que va desde el anillo hasta el centro de medición de cada vivienda.

Red interna: La tubería puede instalarse en Acero, Cobre, PealPe y va desde el centro de medición hasta cada uno de los gasodomésticos.

7.3. EL PEALPE

La tubería PE-AL-PE es un producto novedoso y de excelente calidad, homologado y aceptado por los organismos de inspección inscritos en la ONAC (Organismo Nacional de Acreditación Colombiana), que se usa para instalaciones de redes internas de gas en casas ó edificaciones cumpliendo

los parámetros técnicos establecidos en la normatividad vigente NTC 2505 4ta actualización.

Esta tubería se compone básicamente de una capa de aluminio recubierta de dos capas de polietileno, hasta el momento ha resultado una buena opción para la instalación de redes internas de gas en varias ciudades del país. Proporciona las ventajas de la tubería plástica y metálica a la vez, pues combina la resistencia del metal con la longevidad y durabilidad del plástico. Su alta flexibilidad facilita su instalación y su recubrimiento en polietileno brinda alta resistencia a la corrosión.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PEALPE

Conductividad térmica:

0.45 W/m k, aproximadamente 1/100 de la conductividad térmica de la tubería de acero, pero sólo unas veces mayor que la de los materiales aislantes.

Resistencia la corrosión:

Las capas de polietileno por ser material plástico son totalmente 100% resistentes a la corrosión. Estas paredes crean una barrera permitiendo que la tubería pueda ser enterrada o embebida en concreto.

Superiores Característica de flujo:

La cubierta interna de PE AL PE esta endurecida con “negro de humo” o carbón Black comprobado para superior resistencia a la abrasión, manteniendo el flujo constante año tras año.

PE AL PE es una tubería multicapa consistente en un tubo flexible de aluminio recubierto en polietileno especial con protectora UV adentro y afuera. Es una tubería durable que no la afecta la corrosión. La flexibilidad de PE AL PE permite fácil instalación y su característica maleable la hace ideal para:

- Redes internas de gas.
- Redes enterradas o embebidas a gas.
- Redes de gas a zonas remotas en el jardín de la casa (jacuzzi, BBQ).
- Redes de iluminación a gas.

8. DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.

8.1. ELECCIÓN DE LA EDIFICACIÓN A ESTUDIAR

Con el fin de eliminar la mayor cantidad de variables que condicionen el rendimiento, se inicio la búsqueda de una urbanización en proceso de construcción que tuviera contemplada en sus actividades la instalación de las redes internas de gas natural en Acero y PealPe. Además, la urbanización a elegir debía presentar las siguientes características:

- La urbanización debe encontrarse en proceso de construcción, con el fin de medir los tiempos de construcción.
- Los apartamentos a estudiar deben tener características arquitectónicas similares. No deben incluirse en el estudio apartamentos dúplex o aquellos con modificaciones en las zonas utilizadas para instalar la tubería de gas.
- Dentro de las actividades del proyecto constructivo debe estar incluido la utilización del Acero y el PealPe como en la instalación de las redes internas de gas natural.

Después de una exhaustiva búsqueda, se eligió el conjunto residencial PARQUES DE LA GLORIA ubicado en el municipio de Envigado, el cual está compuesto por 14 torres de apartamentos, cada una de 15 pisos, con 4 apartamentos por piso. Consta de amplias zonas verdes y variadas zonas comunes para el gusto de niños y adultos. Con una arquitectura imponente y sistema constructivo tradicional.

Figura 1. Conjunto Residencial Parques de la Gloria (Vista panorámica)



Figura 2. Conjunto Residencial Parques de la Gloria (Vista torre 10)



Figura 3. Emblema promocional del proyecto.



De antemano, la edificación elegida ya contaba con los diseños de las redes internas de gas natural aprobados por Empresas Públicas de Medellín E.P.M E.S.P., quién es la entidad reguladora para el área metropolitana. Por tal motivo, en los planos y memorias facilitados por el contratista se pudieron determinar fácilmente las dimensiones y recorridos de cada una de las redes internas a estudiar.

Básicamente, cada torre consta de 15 pisos con cuatro apartamentos por piso. Lo cual equivale a 60 redes internas por torre, que presentan la siguiente nomenclatura:

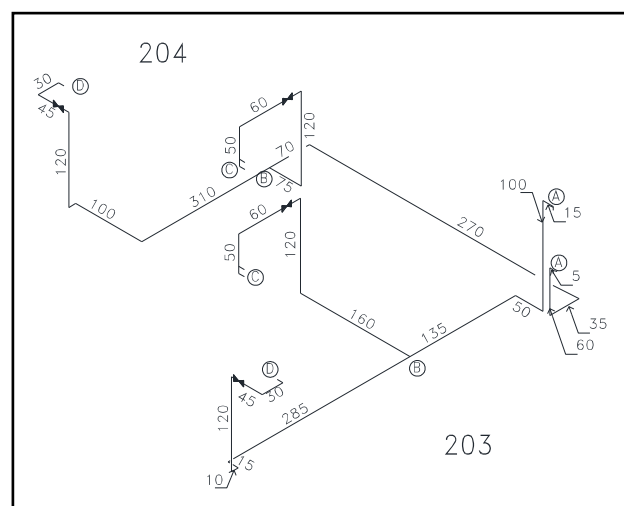
- Apartamento 101
- Apartamento 102
- Apartamento 103
- Apartamento 104

Dadas las características arquitectónicas del proyecto, la distribución interna de las redes gas son similares en los pisos que no presentan apartamentos dúplex. Se pudo determinar que las redes internas de gas de los apartamentos tipo tienen una longitud de 12 metros.

Figura 4. Planta general Conjunto Residencial Parques de la Gloria



Figura 5. Diagrama isométrico de una red tipo



8.2. DETERMINACIÓN DE TIEMPOS DE CONSTRUCCIÓN

De acuerdo con las instrucciones del asesor temático, se elaboró un listado de actividades para instalación de redes de acero y otro para la instalación de redes en PealPe, el cual debe seguir cualquier técnico en la construcción de una red de gas natural domiciliario.

A continuación, se enuncian las actividades elegidas para unificar el proceso constructivo en la instalación de una red de gas natural domiciliario en Acero y en PealPe.

8.2.1. Redes Construidas en Acero

- Verificación de dimensiones de la red desde el centro de medición hasta la “T”.
- Corte de tubería desde el centro de medición hasta la “T”.
- Roscado de Tubería a utilizar desde el centro de medición hasta la “T”.
- Instalación de tubería desde el centro de medición hasta la “T” (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).
- Colocación de accesorio “T” (Incluye utilización de fuerza alta).
- Verificación de dimensiones de la red desde la “T” hasta la salida de cocción.
- Corte de tubería desde la “T” hasta la salida de cocción.
- Roscado de Tubería a utilizar desde la “T” hasta la salida de cocción.
- Canchado de muro desde la “T” hasta la salida de cocción.
- Instalación de tubería desde la “T” hasta la válvula de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).
- Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).
- Colocación de accesorios de salida de cocción (Incluye utilización de fuerza alta).

- Verificación de dimensiones de la red desde la “T” hasta la salida de calentador.
- Corte de tubería desde la “T” hasta la salida del calentador.
- Roscado de Tubería a utilizar desde la “T” hasta la salida del calentador.
- Canchado de muro desde la “T” hasta la salida del calentador.
- Instalación de tubería desde la “T” hasta la válvula del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).
- Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).
- Colocación de accesorios de salida del calentador (Incluye utilización de fuerza alta).
- Prueba de hermeticidad (30 psi durante 12 horas según Guía de diseño de Empresas Públicas de Medellín E.S.P).

8.2.2. Redes Construidas en PealPe.

- Verificación de dimensiones de la red.
- Perforación de orificios para anclajes ATG.
- Colocación de anclajes ATG.
- Perforación de orificios para anclajes ATG.
- Instalación de tubería desde Centro de Medición hasta la "T" (Incluye definición de curvas por cielo falso).
- Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza media)
- Canchado de tramo entre la "T" y la salida de cocción Estufa/Horno
- Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Cocción
- Colocación de accesorio válvula de cocción (Incluye utilización de fuerza media)
- Instalación de tubería desde la válvula de cocción hasta las salidas en acero de Estufa/Horno

- Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Calentador
- Colocación de accesorio válvula de calentador (Incluye utilización de fuerza media)
- Instalación de tubería desde la válvula de calentador hasta la salida en acero
- Colocación de accesorio salidas de cocción en acero Estufa/Horno (Incluye utilización de fuerza alta)
- Colocación de accesorio en salida de calentador en acero (Incluye utilización de fuerza alta)
- Prueba de Hermeticidad en Red Interna (30 psi durante 2 horas según guía de diseño de Empresas Públicas de Medellín E.S.P)

De acuerdo a la metodología planteada, se elaboró un formato que permitiera registrar de una manera práctica los tiempos de construcción de cada una de las redes elegidas para el estudio. Dadas las condiciones constructivas del proyecto “Parques de la Gloria”, inicialmente se tomaron los tiempos de tres apartamentos de la torre 12; los cuales tuvieron el acero como material en la instalación de la red interna de gas.

Seguidamente, durante la planeación de la construcción de la torre 13 se eligió el PealPe como material a utilizar en la instalación de las redes internas de gas, por lo cual también se eligieron tres apartamentos representativos para la toma de tiempos.

8.2.3. Registro de tiempos en las redes internas construidas en Acero.

Para darle validez a los tiempos verificados en la construcción, se eligieron apartamentos que tuvieran distribuciones arquitectónicas similares, o en su defecto apartamentos que sean el espejo de los otros con respecto a uno de los ejes del edificio.

8.2.3.1. Apartamento 503 – Torre 12.

Tabla 1. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 503 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN ACERO				
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA		MUNICIPIO:	ENVIGADO
APARTAMENTO:	503	INSTALADOR:	JORGE ANTONIO VARGAS	
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN ACERO	
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red desde el centro de medición hasta la "T"	07:15	07:29	00:14	-
Corte de tubería desde el centro de medición hasta la "T"	07:29	08:17	00:48	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde el centro de medición hasta la "T"	08:23	08:59	00:36	00:06
Instalación de tubería desde el centro de medición hasta la "T" (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	09:12	09:54	00:42	00:13
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza alta)	10:12	10:20	00:08	00:18
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de cocción	10:20	10:32	00:12	00:00
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida de cocción	10:32	10:50	00:18	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida de cocción	11:02	11:28	00:26	00:12
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida de cocción	11:32	11:56	00:24	00:04
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).	12:05	12:18	00:13	00:09
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	12:50	13:04	00:14	00:32
Colocación de accesorios de salida de cocción (Incluye utilización de fuerza alta).	13:10	13:16	00:06	00:06
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de calentador	13:16	13:25	00:09	00:00
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida del calentador	13:25	14:17	00:52	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida del calentador	14:23	15:28	01:05	00:06
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida del calentador	15:34	16:08	00:34	00:06
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	16:15	16:51	00:36	00:07
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	16:56	17:10	00:14	00:05
Colocación de accesorios de salida del calentador (Incluye utilización de fuerza alta)	17:12	17:28	00:16	00:02
Prueba de hermeticidad (30 psi durante 2 horas según Guía de diseño de Empresas Públicas de Medellín E.S.P)	17:28	19:28	02:00	00:00
SUB-TOTAL			10:07	02:06
TOTAL			08:01	

8.2.3.2. Apartamento 103 – Torre 12.

Tabla 2. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 103 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN ACERO				
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA	MUNICIPIO:	ENVIGADO	
APARTAMENTO:	103	INSTALADOR:	JHON JAIRO QUINTERO	
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN ACERO	

ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red desde el centro de medición hasta la "T"	07:35	08:01	00:26	-
Corte de tubería desde el centro de medición hasta la "T"	08:01	09:01	01:00	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde el centro de medición hasta la "T"	09:13	10:01	00:48	00:12
Instalación de tubería desde el centro de medición hasta la "T" (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	10:10	11:04	00:54	00:09
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza alta)	11:04	11:24	00:20	00:00
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de cocción	11:24	11:48	00:24	00:00
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida de cocción	11:48	12:18	00:30	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida de cocción	13:02	13:40	00:38	00:44
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida de cocción	13:53	14:29	00:36	00:13
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).	14:49	15:14	00:25	00:20
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	15:14	15:40	00:26	00:00
Colocación de accesorios de salida de cocción (Incluye utilización de fuerza alta).	15:53	16:11	00:18	00:13
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de calentador	16:11	16:32	00:21	00:00
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida del calentador	16:32	17:36	01:04	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida del calentador	07:30	08:47	01:17	-
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida del calentador	09:12	09:58	00:46	00:25
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	10:23	11:11	00:48	00:25
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	11:11	11:37	00:26	00:00
Colocación de accesorios de salida del calentador (Incluye utilización de fuerza alta)	11:43	12:11	00:28	00:06
Prueba de hermeticidad (30 psi durante 2 horas según Guía de diseño de Empresas Públicas de Medellín E.S.P)	12:11	14:11	02:00	00:00
SUB-TOTAL			13:55	02:47
TOTAL			11:08	

8.2.3.3. Apartamento 703 – Torre 12.

Tabla 3. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 703 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN ACERO				
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA		MUNICIPIO:	ENVIGADO
APARTAMENTO:	703	INSTALADOR:	JHON JAIRO QUINTERO	
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN ACERO	
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red desde el centro de medición hasta la "T"	07:12	07:29	00:17	-
Corte de tubería desde el centro de medición hasta la "T"	07:29	08:16	00:47	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde el centro de medición hasta la "T"	08:28	09:24	00:56	00:12
Instalación de tubería desde el centro de medición hasta la "T" (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	10:02	10:41	00:39	00:38
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza alta)	10:41	10:55	00:14	00:00
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de cocción	11:06	11:18	00:12	00:11
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida de cocción	11:18	11:53	00:35	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida de cocción	12:02	12:33	00:31	00:09
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida de cocción	13:20	14:05	00:45	00:47
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).	14:12	14:41	00:29	00:07
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	14:45	15:02	00:17	00:04
Colocación de accesorios de salida de cocción (Incluye utilización de fuerza alta).	15:08	15:16	00:08	00:06
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de calentador	15:16	15:30	00:14	00:00
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida del calentador	15:30	16:16	00:46	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida del calentador	16:23	17:17	00:54	00:07
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida del calentador	07:40	08:13	00:33	-
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	08:24	09:17	00:53	00:11
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	09:33	10:01	00:28	00:16
Colocación de accesorios de salida del calentador (Incluye utilización de fuerza alta)	10:11	10:26	00:15	00:10
Prueba de hermeticidad (30 psi durante 2 horas según Guía de diseño de Empresas Públicas de Medellín E.S.P)	10:26	12:26	02:00	00:00
SUB-TOTAL			11:53	02:58
TOTAL			08:55	

8.2.3.4. Apartamento 204 – Torre 12.

Tabla 4. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 204 de la torre 12 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN ACERO				
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA	MUNICIPIO:	ENVIGADO	
APARTAMENTO:	204	INSTALADOR:	JORGE ANTONIO VARGAS	
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN ACERO	
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red desde el centro de medición hasta la "T"	07:23	07:45	00:22	-
Corte de tubería desde el centro de medición hasta la "T"	07:45	08:37	00:52	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde el centro de medición hasta la "T"	08:43	09:44	01:01	00:06
Instalación de tubería desde el centro de medición hasta la "T" (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	10:00	10:44	00:44	00:16
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza alta)	10:46	11:05	00:19	00:02
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de cocción	11:09	11:26	00:17	00:04
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida de cocción	11:26	12:06	00:40	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida de cocción	12:12	12:48	00:36	00:06
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida de cocción	13:30	14:20	00:50	00:42
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta).	14:25	14:59	00:34	00:05
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida de cocción (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	15:10	15:32	00:22	00:11
Colocación de accesorios de salida de cocción (Incluye utilización de fuerza alta).	15:40	15:53	00:13	00:08
Verificación de dimensiones de la red desde la "T" hasta la salida de calentador	15:53	16:12	00:19	00:00
Corte de tubería desde la "T" hasta la salida del calentador	16:12	17:03	00:51	00:00
Roscado de Tubería a utilizar desde la "T" hasta la salida del calentador	17:10	18:09	00:59	00:07
Canchado de muro desde la "T" hasta la salida del calentador	07:12	07:50	00:38	-
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	08:05	09:03	00:58	00:15
Instalación de tubería desde la válvula hasta la salida del calentador (Incluye instalación de accesorios con fuerza alta)	09:08	09:41	00:33	00:05
Colocación de accesorios de salida del calentador (Incluye utilización de fuerza alta)	09:50	10:10	00:20	00:09
Prueba de hermeticidad (30 psi durante 2 horas según Guía de diseño de Empresas Públicas de Medellín E.S.P)	10:10	12:10	02:00	00:00
SUB-TOTAL			13:28	02:16
TOTAL			11:12	

8.2.4. Registro de tiempos en las redes internas construidas en PealPe.

8.2.4.1. Apartamento 703 – Torre 13.

Tabla 5. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 703 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN PE-AL-PE				
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA		MUNICIPIO:	ENVIGADO
APARTAMENTO:	703	INSTALADOR:	ALFONSO MARÍN ANDICA	
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN PE-AL-PE	
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red	08:16	08:26	00:10	-
Perforación de orificios para anclajes ATG	08:30	09:05	00:35	00:04
Colocación de anclajes ATG	09:05	09:14	00:09	00:00
Instalación de tubería desde Centro de Medición hasta la "T" (Incluye definición de curvas por cielo falso)	09:20	09:56	00:36	00:06
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza media)	10:12	10:20	00:08	00:16
Canchado de tramo entre la "T" y la salida de cocción Estufa/Horno	10:20	11:02	00:42	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Cocción	11:10	11:34	00:24	00:08
Colocación de accesorio válvula de cocción (Incluye utilización de fuerza media)	11:34	11:45	00:11	00:00
Instalación de tubería desde la válvula de cocción hasta las salidas en acero de Estufa/Horno	11:45	12:10	00:25	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Calentador	12:45	13:17	00:32	00:35
Colocación de accesorio válvula de calentador (Incluye utilización de fuerza media)	13:20	13:34	00:14	00:03
Instalación de tubería desde la válvula de calentador hasta la salida en acero	13:34	13:56	00:22	00:00
Colocación de accesorio salidas de cocción en acero Estufa/Horno (Incluye utilización de fuerza alta)	14:05	14:23	00:18	00:09
Colocación de accesorio en salida de calentador en acero (Incluye utilización de fuerza alta)	14:23	14:39	00:16	00:00
Prueba de Hermeticidad en Red Interna (30 psi)	14:45	16:45	02:00	00:06
SUB-TOTAL			07:02	01:27
TOTAL			05:35	

8.2.4.2. Apartamento 503 – Torre 13.

Tabla 6. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 503 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN PE-AL-PE				
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA		MUNICIPIO:	ENVIGADO
APARTAMENTO:	503	INSTALADOR:	ALFONSO MARÍN ANDICA	
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN PE-AL-PE	
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red	07:45	07:53	00:08	-
Perforación de orificios para anclajes ATG	07:55	08:21	00:26	00:02
Colocación de anclajes ATG	08:21	08:33	00:12	00:00
Instalación de tubería desde Centro de Medición hasta la "T" (Incluye definición de curvas por cielo falso)	08:40	09:20	00:40	00:07
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza media)	09:35	09:40	00:05	00:15
Canchado de tramo entre la "T" y la salida de cocción Estufa/Horno	09:40	10:08	00:28	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Cocción	10:15	10:29	00:14	00:07
Colocación de accesorio válvula de cocción (Incluye utilización de fuerza media)	10:34	10:44	00:10	00:05
Instalación de tubería desde la válvula de cocción hasta las salidas en acero de Estufa/Horno	10:44	11:09	00:25	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Calentador	11:13	11:35	00:22	00:04
Colocación de accesorio válvula de calentador (Incluye utilización de fuerza media)	11:40	11:48	00:08	00:05
Instalación de tubería desde la válvula de calentador hasta la salida en acero	11:48	12:01	00:13	00:00
Colocación de accesorio salidas de cocción en acero Estufa/Horno (Incluye utilización de fuerza alta)	12:08	12:24	00:16	00:07
Colocación de accesorio en salida de calentador en acero (Incluye utilización de fuerza alta)	12:24	12:48	00:24	00:00
Prueba de Hermeticidad en Red Interna (30 psi)	12:50	14:50	02:00	00:02
SUB-TOTAL			06:11	00:54
TOTAL			05:17	

8.2.4.3. Apartamento 103 – Torre 13.

Tabla 7. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 103 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN PE-AL-PE				
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA		MUNICIPIO:	ENVIGADO
APARTAMENTO:	103	INSTALADOR:	JHON JAIRO QUINTERO	
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN PE-AL-PE	
ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red	07:15	07:30	00:15	-
Perforación de orificios para anclajes ATG	07:30	08:12	00:42	00:00
Colocación de anclajes ATG	08:25	08:45	00:20	00:13
Instalación de tubería desde Centro de Medición hasta la "T" (Incluye definición de curvas por cielo falso)	08:45	09:51	01:06	00:00
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza media)	10:10	10:19	00:09	00:19
Canchado de tramo entre la "T" y la salida de cocción Estufa/Horno	10:19	10:47	00:28	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Cocción	10:57	11:29	00:32	00:10
Colocación de accesorio válvula de cocción (Incluye utilización de fuerza media)	11:34	11:39	00:05	00:05
Instalación de tubería desde la válvula de cocción hasta las salidas en acero de Estufa/Horno	11:39	12:07	00:28	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Calentador	12:13	12:51	00:38	00:06
Colocación de accesorio válvula de calentador (Incluye utilización de fuerza media)	14:05	14:14	00:09	01:14
Instalación de tubería desde la válvula de calentador hasta la salida en acero	14:17	14:38	00:21	00:03
Colocación de accesorio salidas de cocción en acero Estufa/Horno (Incluye utilización de fuerza alta)	14:38	15:00	00:22	00:00
Colocación de accesorio en salida de calentador en acero (Incluye utilización de fuerza alta)	15:00	15:25	00:25	00:00
Prueba de Hermeticidad en Red Interna (30 psi)	15:25	17:25	02:00	00:00
SUB-TOTAL			08:00	02:10
TOTAL			05:50	

8.2.4.4. Apartamento 204 – Torre 13.

Tabla 8. Formato de toma de tiempos en obra para el apartamento 204 de la torre 13 en el edificio Parques de la Gloria.

TOMA DE TIEMPOS RED INTERNA EN PE-AL-PE			
NOMBRE EDIFICIO:	PARQUES DE LA GLORIA	MUNICIPIO:	ENVIGADO
APARTAMENTO:	204	INSTALADOR:	JHON JAIRO QUINTERO
FECHA:		TIPO:	RED INTERNA EN PE-AL-PE

ACTIVIDAD	HORA INICIO	HORA FINAL	TOTAL HORAS	TIEMPO ENTRE ACTIVIDADES
Verificación de dimensiones de la red	07:20	07:27	00:07	-
Perforación de orificios para anclajes ATG	07:27	07:55	00:28	00:00
Colocación de anclajes ATG	08:00	08:12	00:12	00:05
Instalación de tubería desde Centro de Medición hasta la "T" (Incluye definición de curvas por cielo falso)	08:45	09:38	00:53	00:33
Colocación de accesorio "T" (Incluye utilización de fuerza media)	10:10	10:18	00:08	00:32
Canchado de tramo entre la "T" y la salida de cocción Estufa/Horno	10:18	10:54	00:36	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Cocción	10:57	11:23	00:26	00:03
Colocación de accesorio válvula de cocción (Incluye utilización de fuerza media)	11:34	11:47	00:13	00:11
Instalación de tubería desde la válvula de cocción hasta las salidas en acero de Estufa/Horno	11:47	12:06	00:19	00:00
Instalación de tubería desde la "T" hasta la válvula de Calentador	12:13	12:59	00:46	00:07
Colocación de accesorio válvula de calentador (Incluye utilización de fuerza media)	13:50	13:59	00:09	00:51
Instalación de tubería desde la válvula de calentador hasta la salida en acero	13:59	14:26	00:27	00:00
Colocación de accesorio salidas de cocción en acero Estufa/Horno (Incluye utilización de fuerza alta)	14:35	14:49	00:14	00:09
Colocación de accesorio en salida de calentador en acero (Incluye utilización de fuerza alta)	15:00	15:12	00:12	00:11
Prueba de Hermeticidad en Red Interna (30 psi)	15:25	17:25	02:00	00:13
SUB-TOTAL			07:10	02:55
TOTAL			04:15	

8.2.5. Resumen de tiempos

Con el fin de obtener solamente los tiempos necesarios para desarrollar cada una de las actividades en la instalación de las redes internas de gas natural domiciliario, no se incluyeron en el resumen de los tiempos los utilizados en descansos, desayunos, almuerzos, y tiempos utilizados entre cambio de actividades.

Tabla 9. Cuadro resumen de los tiempos obtenidos en campo.

RESUMEN DE TIEMPOS		
INTERIOR	TORRE 12	TORRE 13
	Red en Acero	Red en PealPe
Apartamento 103	11:08	05:50
Apartamento 503	08:01	05:17
Apartamento 703	08:55	05:35
Apartamento 204	11:12	04:15
TIEMPO PROMEDIO	09:49	05:14

8.3. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

De acuerdo a la metodología planteada, se identificaron las herramientas y materiales utilizados en la construcción de las redes de gas con PealPe y Acero, cotizando estos con proveedores reconocidos de la ciudad de Medellín.

Para el cálculo de precio por metro lineal de la instalación con cada uno de los materiales utilizados, se determinó el siguiente procedimiento:

- Se registran los materiales utilizados en la construcción de cada una de las redes.
- Se registran los equipos utilizados en la construcción de cada una de las redes.

- Se calcula el valor por metro lineal de los equipos de acuerdo al valor del alquiler promedio en el mercado.
- Se calcula la mano de obra de acuerdo a las personas que intervienen en la construcción, según información obtenida por el contratista elegido por la gerencia del proyecto.
- Finalmente, se calcula el valor total de la red y se divide entre la cantidad de metros instalados.

8.3.1. Red interna en Acero.

A continuación se muestra una tabla de los precios de los materiales y herramientas utilizados en la construcción de una red interna de gas natural en acero.

Con el fin de obtener el precio por metro lineal de la construcción de una red promedio de acero; los precios de las herramientas corresponden al valor de alquiler promedio del mercado.

Tabla 10. Resumen de precios de los materiales utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en acero.

Material	Unidad	Cantidad	PROVEEDORES			
			Comercializadora S&E		Mayun Ltda.	
			Precio Base	Precio Base + IVA	Precio Base	Precio Base + IVA
Tubería acero al carbón SCH-40 1/2"	m	3	\$ 84,000	\$ 97,440	\$ 71,118	\$ 82,497
Anclaje Seno	Unid.	1	\$ 750	\$ 870	\$ 820	\$ 951
Válvula de paso de 1/2"	Unid.	1	\$ 4,900	\$ 5,684	\$ 5,500	\$ 6,380
Tapón en acero de 1/2"	Unid.	1	\$ 475	\$ 551	-	-
Tee en acero de 1/2"	Unid.	1	\$ 705	\$ 818	-	-
Codo en acero de 1/2"	Unid.	1	\$ 555	\$ 644	-	-
Unión en acero de 1/2"	Unid.	1	\$ 420	\$ 487	-	-
Riel de fijación	m	3	\$ 24,000	\$ 27,840	\$ 22,500	\$ 26,100
Avisos de señalización	Unid.	1	\$ 600	\$ 696	-	-
Sellante fuerza alta	Unid.	1	\$ 6,000	\$ 6,960	\$ 5,138	\$ 5,960

Tabla 11. Resumen de precios de alquiler de los equipos utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en acero.

Equipo	Marca	Precio Base	Precio Base + IVA	Precio Alquiler (Día)	Proveedor
Taladro Rotopercutor 1"	Bosch	\$ 900,000	\$ 1,044,000	\$ 45,000	Constructor Sodimac
Cortadora de Disco	Bosch	\$ 760,000	\$ 881,600	\$ 32,000	Constructor Sodimac
Tarraja o Roscadora	Stanley	\$ 1,100,000	\$ 1,276,000	\$ 60,000	Constructor Sodimac
Manómetro de Prueba	-	\$ 8,000	\$ 9,280	-	Metrogas
Martillo	Stanley	\$ 15,000	\$ 17,400	-	Constructor Sodimac
Llave de Tubo	Stanley	\$ 32,000	\$ 37,120	-	Constructor Sodimac
Alicate	Stanley	\$ 7,500	\$ 8,700	-	Constructor Sodimac

8.3.1.1. Herramientas y Equipo.

Las herramientas y equipos utilizados en la construcción de una red interna tipo de acero son los siguientes:

- Taladro Roto Percutor de 1".

- Manómetro de Prueba.
- Cortadora de Disco.
- Herramienta menor (martillo, llave de tubo, alicate).
- Tarraja o roscadora.

8.3.1.2. Materiales.

Los materiales utilizados en la construcción de una red interna tipo de acero son los siguientes:

- Tubería de Acero SCH 40 de $\frac{1}{2}$ ".
- Anclaje Seno.
- Válvula de paso de $\frac{1}{2}$ ".
- Tapón en acero de $\frac{1}{2}$ ".
- Tee en acero de $\frac{1}{2}$ ".
- Codo en acero de $\frac{1}{2}$ ".
- Unión en acero de $\frac{1}{2}$ ".
- Riel de fijación.
- Avisos de señalización.
- Sellante fuerza alta.

8.3.1.3. Mano de Obra.

Para calcular el valor por metro lineal de la mano de obra de una red de gas en acero, se tuvo en cuenta el salario mensual de las personas que intervienen directamente en la instalación por parte del contratista designado por la gerencia del proyecto. Teniendo en cuenta que según información del asesor temático en promedio un técnico realiza la instalación de una red en acero diaria. Las personas que intervienen directamente en la construcción de una red interna de gas natural en acero son:

- Técnico en instalación de redes de gas natural.

- Ayudante.
- Supervisor (Técnico en inspección de instalaciones de redes de gas natural domiciliario).

Tabla 12. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en instalación de redes de gas natural.

VALOR DIARIO MANO DE OBRA (TÉCNICO EN INSTALACIÓN)			
Descripción	%	Mensual	Diario
Salario Básico		\$ 2,000,000	\$ 66,667
Auxilio de Transporte		\$ 0	\$ 0
Salud	8.5%	\$ 170,000	\$ 5,667
Pensión	12%	\$ 240,000	\$ 8,000
A.R.P.	0.52%	\$ 10,440	\$ 348
Caja de Compensación Familiar	4%	\$ 80,000	\$ 2,667
SENA	2%	\$ 40,000	\$ 1,333
I.C.B.F.	3%	\$ 60,000	\$ 2,000
Prima de Servicios		\$ 166,667	\$ 5,556
Cesantías		\$ 166,667	\$ 5,556
Intereses sobre Cesantías	12%	\$ 20,000	\$ 667
Vacaciones		\$ 83,333	\$ 2,778
	TOTAL	\$ 3,037,107	\$ 101,237

Tabla 13. Cálculo del valor de la mano de obra para un ayudante de obra.

VALOR DIARIO MANO DE OBRA (AYUDANTE)

Descripción	%	Mensual	Diario
Salario Básico		\$ 700,000	\$ 23,333
Auxilio de Transporte		\$ 63,500	\$ 2,117
Salud	8.5%	\$ 59,500	\$ 1,983
Pensión	12%	\$ 84,000	\$ 2,800
A.R.P.	0.52%	\$ 3,654	\$ 122
Caja de Compensación Familiar	4%	\$ 28,000	\$ 933
SENA	2%	\$ 14,000	\$ 467
I.C.B.F.	3%	\$ 21,000	\$ 700
Prima de Servicios		\$ 63,625	\$ 2,121
Cesantías		\$ 63,625	\$ 2,121
Intereses sobre Cesantías	12%	\$ 7,635	\$ 255
Vacaciones		\$ 29,167	\$ 972
	TOTAL	\$ 1,137,706	\$ 37,924

Tabla 14. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en supervisión de redes de gas natural domiciliario.

VALOR DIARIO MANO DE OBRA (SUPERVISOR)

Descripción	%	Mensual	Diario
Salario Básico		\$ 2,200,000	\$ 73,333
Auxilio de Transporte		\$ 0	\$ 0
Salud	8.5%	\$ 187,000	\$ 6,233
Pensión	12%	\$ 264,000	\$ 8,800
A.R.P.	0.52%	\$ 11,484	\$ 383
Caja de Compensación Familiar	4%	\$ 88,000	\$ 2,933
SENA	2%	\$ 44,000	\$ 1,467
I.C.B.F.	3%	\$ 66,000	\$ 2,200
Prima de Servicios		\$ 183,333	\$ 6,111
Cesantías		\$ 183,333	\$ 6,111
Intereses sobre Cesantías	12%	\$ 22,000	\$ 733
Vacaciones		\$ 91,667	\$ 3,056
	TOTAL	\$ 3,340,817	\$ 111,361

8.3.1.4. Análisis de Precio Unitario (Red Interna en Acero).

Tabla 15. Cálculo del precio por metro lineal de una red construida en acero.

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO RED INTERNA EN ACERO				
Herramienta y equipo				
Descripción	Unidad	Precio Alquiler	Uso (días)	Valor Unit.
Cortadora Disco	Unid.	\$ 32,000	1.00	\$ 32,000
Taladro roto percutor	Unid.	\$ 45,000	1.00	\$ 45,000
Tarrajá o Roscadora	Unid.	\$ 60,000	1.00	\$ 60,000
Manómetro de prueba	Unid.	\$ 9,280	1.00	\$ 9,280
Herramienta Menor	Unid.	\$ 63,220	0.50	\$ 31,610
Sub - Total				\$ 177,890
Materiales en obra				
Descripción	Unidad	Precio Unit.	Cantidad	Valor Unit.
Tubería acero al carbón SCH-40 1/2"	m	\$ 27,499	12	\$ 329,988
Anclaje Seno	Unid.	\$ 870	24	\$ 20,880
Válvula de paso de 1/2"	Unid.	\$ 5,684	2	\$ 11,368
Tapón en acero de 1/2"	Unid.	\$ 551	3	\$ 1,653
Tee en acero de 1/2"	Unid.	\$ 818	2	\$ 1,636
Codo en acero de 1/2"	Unid.	\$ 644	7	\$ 4,507
Unión en acero de 1/2"	m	\$ 487	1	\$ 487
Riel de fijación	Unid.	\$ 8,700	2	\$ 17,400
Avisos de señalización	Unid.	\$ 696	3	\$ 2,088
Sellante fuerza alta	Unid.	\$ 5,960	3	\$ 17,880
Sub - Total				\$ 407,886
Mano de obra				
Descripción	Jornal	Prestaciones	Liquidación	Total
Instalador	\$ 66,667	\$ 20,015	\$ 14,556	\$ 101,237
Ayudante	\$ 25,450	\$ 7,005	\$ 5,468	\$ 37,924
Supervisor	\$ 73,333	\$ 22,016	\$ 16,011	\$ 111,361
Sub - Total				\$ 250,521
Total costos directos				\$ 836,297
Precio por metro lineal				\$ 69,691

8.3.2. Red interna en PealPe.

A continuación se muestra una tabla de los precios de los materiales y herramientas utilizados en la construcción de una red interna de gas natural en PealPe.

Con el fin de obtener el precio por metro lineal de la construcción de una red promedio de PealPe; los precios de las herramientas corresponden al valor de alquiler promedio del mercado.

Tabla 16. Resumen de precios de los materiales utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en PealPe.

Material	Unidad	Cantidad	PROVEEDORES			
			Cobre y Bronce		Comercializadora S&E	
			Precio Base	Precio Base + IVA	Precio Base	Precio Base + IVA
Tubería de PealPe de 14.18mm	m	200	\$ 291,000	\$ 337,560	\$ 330,000	\$ 382,800
Adaptador Hembra 14.18mm x ½" NPT	Unid.	1	\$ 3,400	\$ 3,944	\$ 3,364	\$ 3,902
Adaptador Macho 14.18mm x ½" NPT	Unid.	1	\$ 3,400	\$ 3,944	\$ 3,364	\$ 3,902
Tee PealPe 14.18 x 14.18mm	Unid.	1	\$ 6,025	\$ 6,989	\$ 6,500	\$ 7,540
Válvula 14.18mm PealPe	Unid.	1	\$ 7,505	\$ 8,706	\$ 9,400	\$ 10,904
Camisa Conduflex	m	30	\$ 19,500	\$ 22,620	\$ 19,140	\$ 22,202
Tee AG ½" NPT	Unid.	1	\$ 820	\$ 951	\$ 882	\$ 1,023
Codo AG ½" NPT	Unid.	1	-	-	\$ 861	\$ 998
Tapón AG ½" NPT	Unid.	1	\$ 480	\$ 557	\$ 475	\$ 551
Avisos de señalización	Unid.	1	\$ 600	\$ 696	\$ 565	\$ 655
Sellante fuerza media	Unid.	1	-	-	\$ 6,000	\$ 6,960
Abrazaderas ATG	Unid.	1	-	-	\$ 160	\$ 186

Tabla 17. Resumen de precios de alquiler de los equipos utilizados en la instalación de las redes internas de gas natural en PealPe.

Equipo	Marca	Precio Base	Precio Base + IVA	Precio Alquiler (Día)	Proveedor
Taladro Rotopercutor 1"	Bosch	\$ 900,000	\$ 1,044,000	\$ 45,000	Constructor Sodimac
Cortadora de Disco	Bosch	\$ 760,000	\$ 881,600	\$ 32,000	Constructor Sodimac
Manómetro de Prueba	-	\$ 8,000	\$ 9,280	-	Metrogas
Martillo	Stanley	\$ 15,000	\$ 17,400	-	Constructor Sodimac
Llave de Tubo	Stanley	\$ 32,000	\$ 37,120	-	Constructor Sodimac
Alicate	Stanley	\$ 7,500	\$ 8,700	-	Constructor Sodimac

8.3.2.1. Herramientas y Equipo.

Las herramientas y equipos utilizados en la construcción de una red interna tipo de PealPe son los siguientes:

- Taladro Roto Percutor de 1".
- Manómetro de Prueba.
- Cortadora de Disco.
- Herramienta menor (martillo, llave de tubo, alicate).

8.3.2.2. Materiales.

Los materiales utilizados en la construcción de una red interna tipo de PealPe son los siguientes:

- Tubería de PealPe de 14.18mm.
- Adaptador Hembra 14.18mm x ½" NPT.
- Adaptador Macho 14.18mm x ½" NPT.
- Tee PealPe 14.18 x 14.18mm.
- Válvula 14.18mm PealPe.

- Camisa Conduflex.
- Tee AG ½" NPT.
- Codo AG ½" NPT.
- Tapón AG ½" NPT.
- Avisos de señalización.
- Sellante fuerza media.
- Abrazaderas ATG.

8.3.2.3. Mano de Obra.

Para calcular el valor por metro lineal de la mano de obra de una red de gas en PealPe, se tuvo en cuenta el salario mensual de las personas que intervienen directamente en la instalación por parte del contratista designado por la gerencia del proyecto. Teniendo en cuenta que según información del asesor temático en promedio un técnico realiza la instalación de una red y media diaria. Las personas que intervienen directamente en la construcción de una red interna de gas natural en acero son:

- Técnico en instalación de redes de gas natural.
- Supervisor (Técnico en inspección de instalaciones de redes de gas natural domiciliario).

Tabla 18. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en instalación de redes de gas natural.

VALOR DIARIO MANO DE OBRA (TÉCNICO EN INSTALACIÓN)			
Descripción	%	Mensual	Diario
Salario Básico		\$ 2,000,000	\$ 66,667
Auxilio de Transporte		\$ 0	\$ 0
Salud	8.5%	\$ 170,000	\$ 5,667
Pensión	12%	\$ 240,000	\$ 8,000
A.R.P.	0.52%	\$ 10,440	\$ 348
Caja de Compensación Familiar	4%	\$ 80,000	\$ 2,667
SENA	2%	\$ 40,000	\$ 1,333
I.C.B.F.	3%	\$ 60,000	\$ 2,000
Prima de Servicios		\$ 166,667	\$ 5,556
Cesantías		\$ 166,667	\$ 5,556
Intereses sobre Cesantías	12%	\$ 20,000	\$ 667
Vacaciones		\$ 83,333	\$ 2,778
TOTAL		\$ 3,037,107	\$ 101,237

Tabla 19. Cálculo del valor de la mano de obra para un técnico en supervisión de redes de gas natural domiciliario.

VALOR DIARIO MANO DE OBRA (SUPERVISOR)			
Descripción	%	Mensual	Diario
Salario Básico		\$ 2,200,000	\$ 73,333
Auxilio de Transporte		\$ 0	\$ 0
Salud	8.5%	\$ 187,000	\$ 6,233
Pensión	12%	\$ 264,000	\$ 8,800
A.R.P.	0.52%	\$ 11,484	\$ 383
Caja de Compensación Familiar	4%	\$ 88,000	\$ 2,933
SENA	2%	\$ 44,000	\$ 1,467
I.C.B.F.	3%	\$ 66,000	\$ 2,200
Prima de Servicios		\$ 183,333	\$ 6,111
Cesantías		\$ 183,333	\$ 6,111
Intereses sobre Cesantías	12%	\$ 22,000	\$ 733
Vacaciones		\$ 91,667	\$ 3,056
TOTAL		\$ 3,340,817	\$ 111,361

8.3.2.4. Análisis de Precio Unitario (Red Interna en PealPe).

Tabla 20. Cálculo del precio por metro lineal de una red construida en PealPe.

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO RED INTERNA EN PEALPE

Herramienta y equipo				
Descripción	Unidad	Precio Alquiler	Uso (días)	Valor Unit.
Cortadora Disco	Unid.	\$ 32,000	0.500	\$ 16,000
Taladro roto percutor	Unid.	\$ 45,000	0.500	\$ 22,500
Manómetro de prueba	Unid.	\$ 9,280	1.000	\$ 9,280
Herramienta Menor	Unid.	\$ 63,220	0.500	\$ 31,610
Sub - Total				\$ 79,390
Materiales en obra				
Descripción	Unidad	Precio Unit.	Cantidad	Valor Unit.
Tubería 1418	m	\$ 1,688	12	\$ 20,254
Adaptador H 1418 x 1/2 NPT	Unid.	\$ 3,902	1	\$ 3,902
Adaptador M 1418 x 1/2 NPT	Unid.	\$ 3,902	2	\$ 7,804
Tee PE AL PE 1418x1418	Unid.	\$ 6,989	1	\$ 6,989
Válvula 1418 PE AL PE	Unid.	\$ 8,706	2	\$ 17,412
Tee AG 1/2 NPT	Unid.	\$ 951	1	\$ 951
Camisa conduflex	m	\$ 740	12	\$ 8,880
Codo AG 1/2 NPT	Unid.	\$ 998	2	\$ 1,996
Tapón AG 1/2 NPT	Unid.	\$ 551	3	\$ 1,653
Avisos de señalización	Unid.	\$ 655	2	\$ 1,310
Sellante fuerza media	Unid.	\$ 6,960	1	\$ 6,960
Abrazaderas ATG	Unid.	\$ 186	24	\$ 4,464
Sub - Total				\$ 82,575
Mano de obra				
Descripción	Jornal	Parafiscales	Liquidación	Total
Instalador	\$ 66,667	\$ 20,015	\$ 14,556	\$ 101,237
Supervisor	\$ 73,333	\$ 22,016	\$ 16,011	\$ 111,361
Sub - Total				\$ 212,597
Total costos directos				374,562
Precio por metro lineal				31,214

8.4. COSTOS ADICIONALES POR FALLAS EN LA INSTALACIÓN.

De acuerdo a la instrucción del asesor temático; durante la construcción de las redes estudiadas, se verificó la aparición de posibles daños o fallas generadas por la manipulación inapropiada de las herramientas, defectos en el material o errores cometidos por el técnico durante la instalación.

Partiendo de este antecedente; se verificaron posibles inconvenientes presentados al utilizar el PealPe durante la manipulación de equipos ajenos a la instalación de la red de gas.

Debido a las características propias del material tradicional (Acero) no se presentaron fugas durante ni después del proceso constructivo. Sin embargo, dado que el material PealPe presenta debilidad frente a golpes o abolladuras generas por las herramientas usadas comúnmente; durante la construcción de las redes estudiadas se presentaron dos fugas las cuales presentaron un costo y tiempo adicional que a continuación se presenta:

Tabla 21. Cálculo del valor de la reparación.

COSTO REPARACIÓN				
Material	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Adaptador H 1418 x 1/2 NPT	Unid.	2	\$ 3,902	\$ 7,804
Adaptador M 1418 x 1/2 NPT	Unid.	2	\$ 3,902	\$ 7,804
Sellante fuerza media	Unid.	1	\$ 6,960	\$ 6,960
Cinta teflon	Unid.	1	\$ 2,431	\$ 2,431
			Total	\$ 25,000

Dado que las fugas se presentaron en la misma red y se quiere obtener el precio por metro lineal, se divide el costo de la reparación entre la longitud promedio de las redes (12 metros). Esto representa \$2.083 de incremento en el valor por metro lineal en la utilización del PealPe.

Además, la reparación genera un incremento en el tiempo de construcción y por ende una disminución en el rendimiento. Para este caso la reparación tardó 35 minutos que equivale 11.14% del tiempo promedio de construcción.

Debido a que las fugas no se presentaron en todas las redes construidas con PealPe y que el costo y el tiempo de reparación no representan una variación significativa, los datos obtenidos en la reparación no tuvieron en cuenta para el análisis final de los datos.

Tabla 22. Valores totales con reparación.

TOTAL CON REPARACIÓN						
Material	Precio por metro lineal	Tiempo promedio de construcción (horas)	Costo Reparación	Tiempo de Reparación	Costo Total	Tiempo Total
Acero	\$ 69,691	09:49	\$ 0	0	\$ 69,691	09:49
PealPe	\$ 31,214	05:14	\$ 2,083	00:35	\$ 33,297	05:49

8.5. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Después de obtener el precio por metro lineal de la construcción de las redes de gas natural en Acero y PealPe y además el tiempo promedio de construcción de cada una de estas, se presenta un cuadro comparativo que evidencia claramente grandes diferencias en la utilización de estos materiales en una edificación en proceso de construcción.

A continuación, se muestra el cuadro comparativo con los valores obtenidos.

Tabla 23. Cuadro comparativo de datos obtenidos en el estudio.

CUADRO COMPARATIVO		
Material Utilizado	Precio por metro lineal	Tiempo promedio de construcción (horas)
Acero	\$ 69,691	09:49
PealPe	\$ 31,214	05:14

De acuerdo a estos datos, se pueden enunciar las siguientes conclusiones preliminares:

- Utilizar el material PealPe genera un ahorro aproximado de \$38.478 por metro lineal instalado, frente al material utilizado tradicionalmente.

- El valor del metro lineal del PealPe equivale al 44.79% del valor por metro lineal del Acero.
- Con la utilización del PealPe el rendimiento asciende a 1.5 redes diarias construidas, mientras que con el material tradicional el rendimiento es cercano a 0.95 redes diarias construidas.
- Teniendo en cuenta que se puede generar un ahorro aproximado de \$38.478 por metro lineal, se puede decir que el ahorro por cada red construida en PealPe es $12\text{m} \times \$38.478 = \461.734 .
- De acuerdo a las características arquitectónicas del proyecto se puede concluir preliminarmente que el ahorro aproximado por torre utilizando el PealPe es $14\text{torres} \times 4\text{aptos} \times \$461.734 = \$25.857.147$.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados se presentan a continuación las siguientes conclusiones:

- Los tiempos de construcción promedio con utilización del PealPe y el Acero son:

RESUMEN DE TIEMPOS		
INTERIOR	TORRE 12	TORRE 13
	Red en Acero	Red en PealPe
Apartamento 103	11:08	05:50
Apartamento 503	08:01	05:17
Apartamento 703	08:55	05:35
Apartamento 204	11:12	04:15
TIEMPO PROMEDIO	09:49	05:14

- Los precios por metro lineal según la cotización de materiales utilizados en la instalación de las redes de gas son:

PRECIO POR METRO LINEAL	
Material	Precio por metro lineal
Acero	\$ 69,691
PealPe	\$ 31,214

- Debido a las características físicas como flexibilidad, continuidad, peso, tamaño, el PealPe genera un buen rendimiento comparado con el material tradicional. Lo que hace que el técnico en instalación de redes realice mayor cantidad de redes en menos tiempo, aportando a la entrega oportuna de la obra global.

- Ya que el PealPe se encuentra compuesto por materiales de bajo costo como el Polietileno y el Aluminio, el valor por metro lineal disminuye sustancialmente comparado con el Acero.
- A pesar de que el PealPe presenta mayor riesgo a la generación de fugas por golpes o abolladuras con equipos típicos de la obra, su reparación puede realizarse rápidamente y a un bajo costo sin afectar sustancialmente el valor final de la red de gas.
- El PealPe permite acople rápido de sus accesorios, lo cual reduce en gran proporción el tiempo que tarda el técnico en roscar la tubería de Acero tradicional.
- La presentación en rollos de 200 metros del PealPe evita posibles fugas generadas por el excesivo uso de accesorios, como lo presenta la utilización del material tradicional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Empresas Públicas de Medellín E.P.M E.S.P. Guía de diseño de redes comerciales y domiciliarias de gas natural.
2. Norma Técnica NTC 2505. Instalación para suministro de gas en edificaciones residenciales y comerciales.
3. GARCÍA L. Alirio, Manual para el Diseño y Construcción de Redes de Gas Natural. Armenia Q. 2007

ANEXOS

Anexo 1. Salida de calentador en Red Interna en PealPe



Anexo 2. Salida de cocción en Red Interna en PealPe



Anexo 3. Acabados cocina con Red Interna en Acero



Anexo 4. Salidas de cocción y calentamiento en Red Interna en PealPe



Anexo 5. Punto de derivación “T” en PealPe



Anexo 6. Pruebas de hermeticidad con manómetro Red Interna en PealPe

